

 Délégation Alpes	Marché de fournitures
--	------------------------------

CCTP CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
--

**Acquisition d'un système de liquéfaction
d'hélium d'une capacité de production ≥ 110
litres/h**

BENEFICIAIRE : Institut NEEL –

Référence de la consultation : PAN-12-2026

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION.....	3
1.1	Unités et abréviations	3
1.2	Glossaire	4
2	OBJET DU MARCHE.....	4
3	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION EXISTANTE.....	4
3.1	Liquéfacteurs d'hélium existants.....	4
3.2	Description des réservoirs de stockage d'hélium liquide.....	5
3.3	Description du procédé de récupération et reconditionnement du gaz	6
3.4	Description de la disponibilité en azote liquide	6
3.5	Description de la disponibilité eau de refroidissement	6
3.6	Description de la disponibilité en air comprimé	6
3.7	Description de l'installation électrique	7
4	DESCRIPTION FONCTIONNELLE DE L'EQUIPEMENT	7
4.1	Liquéfacteur d'hélium	7
4.2	Compresseur de cycle.....	8
4.3	Système de déshuilage	8
4.4	Capacité tampon	8
4.5	Régulation des pressions HP et BP	8
4.6	Sécheur	9
4.7	Qualité du gaz à liquéfier.....	9
5	INSTALLATION.....	10
6	DOCUMENTATION.....	10
7	FORMATION.....	10
8	GARANTIE	10
9	PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES	11
9.1	PSE Obligatoires (PSEo)	11
9.2	PSE Facultatifs (PSEf).....	12
10	VARIANTE FACULTATIVE.....	12

1 INTRODUCTION

Le centre de liquéfaction de l'Institut Néel est reconnu « Plateforme INP » en 2018.

C'est le centre de production d'hélium liquide le plus important en France, tout organisme confondu. Il possède de nombreux équipements, avec pour les plus importants :

- 2 liquéfacteurs d'hélium HELIAL Air Liquide avec leurs compresseurs de cycle
- Une installation de récupération d'hélium gaz avec 5 gazomètres souples, 5 compresseurs 200 bar, 24 000 m³ de stockage d'hélium gaz à 200 bars, 3 sécheurs, 2 purificateurs cryogéniques d'hélium
- Des équipements de contrôle et d'analyse d'impuretés dans l'hélium (analyseur plasma, spectromètre de masse)
- Plus de 100 réservoirs mobiles de type « dewars » pour la distribution de l'hélium liquide aux utilisateurs.

Cette usine distribue 250 à 300 000 litres d'hélium liquide aux différents laboratoires et aux organismes de recherche de la région Rhône-Alpes. La capacité de production est d'environ 11kg de liquide par heure soit 90L/heure.

L'Institut Néel a pour projet de renouveler une partie de ses équipements de liquéfaction afin de moderniser les installations, d'optimiser le fonctionnement et d'assurer une fiabilité de service plus grande.

1.1 UNITES ET ABREVIATIONS

Toutes les unités qui seront utilisées dans ce document seront les unités SI et leurs multiples ou sous-multiples tels que définis par la norme ISO-80000-1 :2022.

Toutes les valeurs de pressions seront exprimées dans le présent document en pression absolue.

Durant l'ensemble des phases d'étude, de réalisation et de mise en service de l'équipement, le soumissionnaire devra également utiliser le système d'unités SI et exprimer les pressions en valeurs absolues.

Il est toutefois admis qu'en raison des usages en cours dans la profession l'utilisation des unités suivantes pourra être faite :

- bar : 1 bar = 10⁵ Pa. Les pressions absolues pourront être exprimées dans cette unité.
- Nm³: normo mètres cube de gaz : m³ de gaz rapporté aux conditions normalisées de température et de pression (selon norme ISO 2533 : 15 °C et 101325 Pa).
- °C : degrés Celsius. 0°C = 273,15 K
- ppmv: partie par million en volume : 1 ppmv = 10⁻⁶ m³/m³

1.2 GLOSSAIRE

De manière à alléger le texte, les abréviations suivantes usuelles dans la profession pourront également être utilisées dans les descriptifs :

- HP : Haute Pression : pression de refoulement du compresseur de cycle du liquéfacteur
- BP : Basse Pression : pression d'aspiration du compresseur de cycle du liquéfacteur
- LN₂ : Azote liquide
- LHe : Hélium liquide
- JT : Vanne Joule Thomson

2 OBJET DU MARCHÉ

Le présent marché a pour objet la fourniture l'installation et la mise en service d'un système de liquéfaction d'hélium complet composé de :

- Une boîte froide d'une capacité de production minimum de 110L de LHe/h
- Un épurateur cryogénique interne (ou externe, voir variante) à la boîte froide
- Un compresseur de cycle refroidi par eau
- Un système de déshuilage
- Une capacité tampon
- Un ensemble de régulation des pressions HP et BP
- Un sécheur

Ce système est capable de produire un minimum de 110 litres/heure de LHe mesuré à niveau montant dans les réservoirs de stockage dédiés à une pression de fonctionnement de 0,12 MPa.

Cet équipement devra pouvoir fonctionner 7000 heures/an (disponibilité opérationnelle annuelle de 80 %) et conserver ses caractéristiques fonctionnelles pendant plus de 20 ans.

Le soumissionnaire devra respecter tous les paragraphes du chapitre 4, "Description fonctionnelle de l'équipement".

3 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

L'équipement à fournir (voir Chapitre 4), devra être intégré dans l'existant de l'INSTITUT NÉEL et plus précisément dans les locaux du bâtiment L. Un plan du site et du bâtiment figure en annexe.

3.1 LIQUEFACTEURS D'HELIUM EXISTANTS

L'INSTITUT NÉEL dispose à l'heure actuelle de 2 liquéfacteurs HELIAL 4005 et 4013 situés au Bâtiment L.

L'HELIAL 4005 est couplé à un compresseur de marque MYCOM modèle 2016He comprimant de 1 à 17 bar en consommant 200 kW et à une capacité tampon de 6 m³, ce liquéfacteur peut produire 90 l/h LHe avec pré-refroidissement LN₂.

L'HELIAL 4013 est couplé à un compresseur de marque KAESER modèle DSDX302 comprimant un débit de 53,4g/s d'hélium entre 1 et 14,5 bar en consommant 160 kW et à deux capacités tampon de 5 m³, ce liquéfacteur peut produire 90 l/h LHe avec pré-refroidissement LN₂.

Le changement du système de liquéfaction complet objet du présent marché concerne le remplacement du liquéfacteur HELIAL 4005.

Le système de liquéfaction objet du marché sera raccordé aux réservoirs n°1 et n°2 (décrits aux points 3.2.1 et 3.2.2 ci-dessous).

3.2 DESCRIPTION DES RESERVOIRS DE STOCKAGE D'HELIUM LIQUIDE

3.2.1 Réservoir n°1

Le réservoir n°1 de stockage d'hélium liquide de l'INSTITUT NÉEL est un réservoir Air Liquide, d'un volume interne de 6000 litres, pour lequel le CNRS préconise de ne pas dépasser le niveau maximum de remplissage de 5640 litres soit 705kg.

Sa pression de service est de 0,12 MPa.

La pression de service maximale du réservoir avant déclenchement des soupapes de sécurité est de 0,17 MPa.

Ce réservoir est actuellement équipé de :

- Une résistance de chauffage permettant de maintenir la pression du bidon à 0,12 MPa lors des transferts de liquide vers les réservoirs mobiles destinés aux utilisateurs de LHe.
- 1 siphon de transfert simple flux permettant de soutirer du liquide. Ce siphon permet le transfert de LHe dans 7 petits réservoirs simultanément.
- 1 siphon de transfert simple flux permettant de soutirer ou d'injecter du liquide.
- Une ligne de transfert double flux assurant la jonction avec la boîte froide du liquéfacteur HELIAL existant
- Une balance permettant de mesurer la quantité de liquide qu'il contient. Tare effectuée pour obtenir OL = 0 kg
- 1 Piquage permettant d'insérer une jauge de niveau de LHe

3.2.2 Réservoir n°2

Le réservoir n°2 de stockage d'hélium liquide de l'INSTITUT NÉEL est un réservoir de marque CRYO Diffusion modèle MS-5000, d'un volume interne de 5500 litres, pour lequel le CNRS préconise de ne pas dépasser le niveau maximum de remplissage de 5000 litres soit 625kg.

Sa pression de service est de 0,12 MPa.

La pression de service maximale du réservoir avant déclenchement des soupapes de sécurité est de 0,20 MPa.

Ce réservoir est actuellement équipé de :

- 1 siphon de transfert simple flux permettant de soutirer du liquide. Ce siphon permet le transfert de LHe dans 6 petits réservoirs simultanément.
- 1 siphon de transfert simple flux permettant de soutirer ou d'injecter du liquide.
- Une balance permettant de mesurer la quantité de liquide qu'il contient. Tare effectuée pour obtenir OL = 0 kg
- 1 Piquage permettant le remplissage depuis la nouvelle boîte froide
- 1 Piquage permettant d'insérer une jauge de niveau de LHe

3.2.3 Réservoir n°3

Un troisième réservoir de 5000L est associé à l'HELIAL 4013, dont le raccordement au nouveau système de liquéfaction n'est pas nécessaire.

3.3 DESCRIPTION DU PROCEDE DE RECUPERATION ET RECONDITIONNEMENT DU GAZ

L'hélium liquide utilisé par les différents utilisateurs de la plateforme est récupéré sous forme gazeuse et reconditionné dans un parc de stockage gazeux.

Volume en eau du stockage : 125m³

Pression de stockage maximum : 20 MPa

3.4 DESCRIPTION DE LA DISPONIBILITE EN AZOTE LIQUIDE

L'INSTITUT NÉEL dispose d'un réservoir de stockage d'azote liquide de 27 000 litres de volume. La pression de service de ce stockage est indiquée à 2,5 Bar sur le réservoir.

L'approvisionnement en LN₂ est effectué une à deux fois par semaine par la société titulaire du marché passé par la délégation Alpes du CNRS.

Une ligne super-isolée sous vide permet d'alimenter les liquéfacteurs actuels en azote liquide.

3.5 DESCRIPTION DE LA DISPONIBILITE EN EAU DE REFROIDISSEMENT

L'INSTITUT NÉEL dispose d'un raccordement à un circuit d'eau industrielle alimentant le bâtiment L.

Cette eau est pompée par le CNRS Grenoble dans la nappe phréatique.

La pression de ce circuit d'eau est comprise entre 5,5 et 7 bar.

3.6 DESCRIPTION DE LA DISPONIBILITE EN AIR COMPRIME

L'INSTITUT NÉEL dispose d'un réseau de distribution d'air comprimé sec à une pression de service 7 bar ± 0,5bar.

3.7 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE

Le Bâtiment L dispose de son propre transformateur de puissance 1000 kVA.

Les tensions disponibles à l'INSTITUT NÉEL sont de 230 V monophasé et de 400 V triphasé, régime de neutre TNS.

4 DESCRIPTION FONCTIONNELLE DE L'EQUIPEMENT

4.1 LIQUEFACTEUR D'HELIUM

Le liquéfacteur doit :

- Produire de l'hélium liquide à partir d'hélium gazeux stocké dans les capacités haute pression de l'INSTITUT NÉEL à température ambiante extérieure (variations locales de température pouvant aller de - 20 °C à + 50 °C en fonction de la saison et de l'ensoleillement).
- Avoir une capacité de production nominale minimale de 110 litres LHe/heure avec pré-refroidissement LN₂. Cette valeur de production correspond à une mesure effectuée à niveau montant à la pression de 0,12 MPa dans les réservoirs de stockage décrits au paragraphe 3.2.
- Pouvoir fonctionner à performances réduites sans l'étage de pré-refroidissement azote.
- Être équipé d'un système d'épuration cryogénique intégré (ou externe, voir variante) à la boîte froide, régénérable périodiquement, permettant d'assurer une production continue durant 7000 h de fonctionnement par an. L'épurateur devra pouvoir purifier le gaz selon les niveaux d'impuretés définis au paragraphe 4.7.
- Avoir une fonction d'atténuation progressive de la puissance de réfrigération de la boîte froide en fonction d'un point de consigne de niveau sur le réservoir de stockage afin de pouvoir permettre le fonctionnement à niveau de liquide constant défini réglable.
- Avoir un fonctionnement complètement automatisé dans les différentes phases de fonctionnement (démarrage, production à niveau de liquide montant, régénération de l'épurateur interne, atténuation, production à niveau de liquide constant, arrêt, réchauffement etc...).
- Être équipé d'une interface de commande homme-machine locale de type PC permettant de communiquer avec l'automate pilotant le fonctionnement de l'équipement.
- Offrir la possibilité de report de données vers une supervision externe via le protocole natif du constructeur de l'automate de l'équipement (Ethernet industriel SIEMENS par exemple).
- Pouvoir fonctionner en continu jusqu'à 7000 heures/an (disponibilité opérationnelle de 80 %).

4.2 COMPRESSEUR DE CYCLE

Le compresseur de cycle sera un compresseur à vis lubrifiées. Il devra être livré dans un caisson insonorisé permettant d'assurer une atténuation de bruit d'au moins 20 dBA.

L'huile utilisée devra être compatible avec le gaz hélium et le procédé de compression (typiquement huile BREOX B35).

Le débit du compresseur devra être suffisant pour assurer la production d'hélium liquide requise par la boîte froide du liquéfacteur (110 litres LHe/heure avec pré-refroidissement LN₂ mesuré à niveau montant à la pression de 0,12 MPa dans les réservoirs de stockage décrit au paragraphe 3.2).

Le débit du compresseur devra être ajustable en fonction des besoins de la boîte froide par un variateur de fréquence accouplé au moteur électrique d'entraînement du compresseur.

Le compresseur sera refroidi par eau. Le réseau est déjà existant.

4.3 SYSTEME DE DESHUILAGE

Le déshuilage du gaz après compression sera assuré par plusieurs éléments en série : un système de déshuilage par gravité, des filtres coalesceurs assurant le retour de l'huile au carter de compression et une cartouche de filtration ultime.

La filtration ultime sera assurée par passage dans un tamis d'adsorbants dont le volume est à définir par le soumissionnaire afin d'assurer que la migration d'aérosols d'huile dans la tuyauterie HP en direction de la boîte froide soit inférieure à 10⁻³ ppmv.

4.4 CAPACITE TAMPON

L'équipement devra être livré avec une capacité tampon pour le gaz pur permettant d'assurer le début de la mise en froid du liquéfacteur, ce en attendant que les températures nécessaires à l'opération de l'épurateur cryogénique interne soient atteintes et que le liquéfacteur puisse liquéfier de l'hélium impur selon les niveaux d'impuretés définis au paragraphe 4.7.

Avant l'installation de la nouvelle capacité tampon, le titulaire prévoira la dépose et l'enlèvement de la capacité à remplacer présente sur site.

4.5 REGULATION DES PRESSIONS HP ET BP

La régulation des pressions HP et BP du gaz de cycle s'effectuera via un jeu de trois vannes :

- Une vanne de charge de gaz en BP depuis la capacité tampon lorsque le processus de liquéfaction est en manque de gaz,
- Une vanne de décharge de gaz en HP vers la capacité tampon lorsque le processus de liquéfaction est en excès de gaz,
- Une vanne de by-pass HP-BP permettant de dériver une partie du débit HP vers la BP

En fonctionnement établi à régime nominal de fonctionnement la vanne de by-pass devra être réglée de manière à être fermée et ne pas ainsi provoquer de décharge permanente de gaz depuis la HP du cycle vers la BP.

Lors d'une réduction des besoins en débit de gaz au niveau de la boîte froide (fonctionnement à puissance réduite en phase d'atténuation), le débit du compresseur sera ajusté à la baisse et la vanne de by-pass devra également tendre à rester fermée afin de ne pas comprimer inutilement du gaz (et donc consommer inutilement de l'électricité).

4.6 SECHEUR

Le gaz à liquéfier, issu du stockage de gaz haute pression de l'INSTITUT NÉEL pourra contenir des traces d'eau selon les niveaux définis au paragraphe 4.7 ci-dessous. Il sera donc nécessaire de sécher le gaz avant de l'admettre vers la boîte froide.

Le système de séchage devra travailler à une pression de service compatible :

- Avec la pression du circuit d'épuration cryogénique du liquéfacteur
- Avec la variation de la pression du stockage de gaz (de 2 à 20 MPa en fonction de la quantité de gaz stockée).

Le système de séchage devra pouvoir assurer un séchage continu du gaz durant les 7000 heures d'opérations annuelles prévues pour la machine. Ceci pourra être effectué à l'aide d'un dispositif de régénération automatique de la partie desséchante.

4.7 QUALITE DU GAZ A LIQUEFIER

La teneur en air de l'hélium à liquéfier pourra monter en pic jusqu'à 2% durant quelques heures.

Ceci correspond aux concentrations d'impuretés maximales suivantes (selon la composition de l'air standard dont la teneur en eau au voisinage du sol peut varier en fonction de la température ambiante de 0,2% à -10°C à 7,6 % à +40 °C) :

N ₂ :	16000	ppmv	O ₂ :	4200	ppmv
Ar:	190	ppmv	CO ₂ :	8	ppmv
Ne :	< 1	ppmv	H ₂ O :	40 à 1500	ppmv

Le niveau de pollution normal sera la plupart du temps autour de 0,1 % d'air.

Le sécheur externe et l'épurateur cryogénique de l'équipement devront être dimensionnés afin de pouvoir assurer le fonctionnement normal de l'équipement à faible taux de pollution de gaz (0,1 %) mais également pouvoir supporter des pics de pollution accidentels jusqu'à 2 % durant quelques heures et pouvoir assurer l'épuration du gaz en quelques jours.

5 INSTALLATION

Le système de liquéfaction doit être adapté au bâtiment L dont les plans figurent en annexe.

La mise en plan détaillée validée suite à la réunion de lancement dans les conditions de l'article 4 du CCAP permet d'assurer le bon déroulé des opérations d'installation : encombrement du système de liquéfaction dans son ensemble, modifications des sous-ensembles en usine en fonction des PSE levées à la notification, raccordement électrique et des fluides.

Les différents éléments qui le composent doivent être raccordés entre eux ainsi qu'aux réseaux existants de l'INSTITUT NÉEL décrits à l'article 3 du présent document.

Le titulaire assure au CNRS la possibilité d'assister à l'ensemble des opérations d'installation.

6 DOCUMENTATION

Le système est livré avec une documentation descriptive complète en français qui comportera tous les éléments nécessaires pour installer, comprendre les principes de fonctionnement, opérer, assurer les opérations de maintenance et les suivis réglementaires de l'équipement.

Le titulaire fournit l'ensemble de la documentation réglementaire relative à la conformité des équipements sous pression, ainsi que toute réglementation associée.

Le CNRS acceptera que la documentation fournie par le soumissionnaire puisse être rédigée en langue anglaise.

7 FORMATION

Le titulaire dispense une formation de pilotage (mise en service, mise en froid) et de maintenance de l'ensemble des éléments du système de liquéfaction, pour au moins 3 personnes et d'une durée minimale de 3 jours. Un certificat d'habilitation est remis par le titulaire listant les opérations de maintenance pour lesquelles le CNRS est habilité à intervenir.

La formation comprend la mise à disposition de supports dédiés en français.

Le soumissionnaire devra prévoir de former les opérateurs de l'INSTITUT NÉEL au fonctionnement de l'équipement (au moins trois personnes). Si la formation peut être délivrée en anglais, les supports au minimum doivent être en français.

8 GARANTIE

Par dérogation à l'article 36 du CCAG-MI, le matériel sera livré avec une garantie de 2 ans, pièces, main d'œuvre et déplacement sur site à compter de la date d'admission définitive du système. Cette garantie inclue une maintenance préventive comprenant une visite annuelle minimum au cours de laquelle seront effectuées les opérations de nettoyage, de réglages, de

contrôles et d'essais destinées à réduire les risques de panne du système et à prolonger sa durée de vie.

La garantie permet l'exploitation sur la base d'un fonctionnement continu de 7000 heures/an (80 % de disponibilité opérationnelle).

Dans le cas où la réparation exigerait le renvoi du matériel chez le fournisseur, ce dernier prendra à sa charge l'intégralité des frais, y compris le transport depuis le laboratoire.

Pendant toute la période de garantie le titulaire a une obligation de résultat concernant le respect des délais d'intervention sur site en cas de panne. Ce délai s'entend en jours calendaires à compter du lendemain de la demande d'intervention. Ce délai est obligatoirement inférieur ou égal à 7 jours calendaires.

Pour la PSE « diagnostic à distance », si elle venait à être levée, le délai de mise en relation ne saurait être supérieur à 24h.

La demande d'intervention par le CNRS peut être effectuée par téléphone, confirmée par voie électronique. L'enregistrement de la demande d'intervention doit faire l'objet d'une confirmation écrite (courriel) par le titulaire. Le délai d'intervention commence dès le lendemain de l'enregistrement de la demande d'intervention du CNRS par le Titulaire.

9 PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES

9.1 PSE OBLIGATOIRES (PSEo)

PSEo 1 - Turbines de détente de rechange

La PSE porte sur la fourniture supplémentaire d'une turbine chaude et une turbine froide de rechange.

PSEo 2 - Lignes de transfert vers les 2 stockages de liquide

La PSE porte sur des lignes de transfert double flux coaxiales super-isolée sous vide permettant de remplir alternativement les 2 réservoirs de stockage de 6000 et 5500 litres déjà en place (décrits aux paragraphes 3.2.1 et 3.2.2.). L'opérateur pilotant le système pourra choisir le réservoir à remplir grâce à un système de vannes cryogéniques.

PSEo 3 – Equipement du réservoir de stockage 3.2.2

La PSE porte sur la fourniture et l'installation d'un système de mesure de niveau d'hélium afin d'asservir la production en fonction d'un niveau de remplissage réglable (basculer sur l'autre réservoir, arrêt ou ralentissement de la production de la boîte froide etc.).

La solution proposée par le fournisseur devra garantir un maintien de pression constante à 0,12MPa dans le réservoir pendant les phases de sous-tirages de LHe, que la boîte froide soit en fonctionnement ou à l'arrêt.

PSEo 4 - Remplacement de la capacité tampon de gaz pur sur HELIAL 4013

La PSE porte sur la fourniture, la mise en place et le raccordement d'un second buffer de gaz pur à installer sur le système de liquéfaction de l'HELIAL 4013 en remplacement des 2 buffers de 5 m³ déjà en place.

Le titulaire se chargera de la dépose et de l'enlèvement des capacités déjà en place sur site.

9.2 PSE FACULTATIVES (PSEf)**PSEf 1 - Utilisation des deux modules de compression**

La PSE porte sur une solution permettant d'utiliser indépendamment les 2 modules de compression de la plateforme avec les 2 boîtes froides. A noter que pour cette PSE, la dimension du buffer précédemment cité en PSEo4 devra être revue afin d'être adaptée aux besoins de la nouvelle boîte froide.

PSEf 2 - Remplacement du module de déshuilage et de vannes de régulation de la machine HELIAL 4013

La PSE porte sur une solution de remplacement du module de déshuilage, et de l'ensemble de vannes de régulation du module de compression présentes sur le système de liquéfaction HELIAL 4013 en place sur le site.

PSEf 3 - Extension de garantie incluant la maintenance préventive

La PSE porte sur une extension de garantie pour 3 années supplémentaires à l'issue de la garantie initiale et répondant aux mêmes caractéristiques que cette dernière.

PSEf 4 - Lot de pièces de rechange de première nécessité

La PSE porte sur un lot de pièces de rechange de première nécessité pour les éléments les plus critiques de l'équipement (vannes, soupapes, joints, capteurs et/ou convertisseur pour la mesure de températures, de pression ou de vide, composants électriques ou électroniques, éléments filtrants etc...) afin de permettre le dépannage de la plupart des pannes courantes connues.

PSEf 5 - Diagnostic à distance

La PSE porte sur une prestation de diagnostic du fonctionnement de l'équipement à distance via le système de son choix afin de permettre à ses équipes techniques de pouvoir apporter à distance un soutien aux opérateurs de l'INSTITUT NÉEL en cas de dysfonctionnement de l'équipement. En plus de l'estimation de coût de mise en œuvre de cette prestation, le soumissionnaire devra indiquer un délai moyen de mise en relation avec un technicien pour effectuer le diagnostic.

10 VARIANTE FACULTATIVE

Système de purification externe : il permet de sécher et d'épurer le débit d'He pour l'équipement objet du marché. Une fois purifié, l'hélium traité doit pouvoir être incorporé sans risque aux circuits de liquéfaction des 2 boîtes froides.

Cette variante impacte la description fonctionnelle de base à savoir le sécheur décrit en partie 4.6, l'épurateur interne décrit en 4.1 et la capacité tampon décrite en 4.4 du présent document.